

УДК: 338

Е.Н. Лихошерст¹

Л.С. Мазелис²

А.Я. Чен³

Владивостокский государственный университет экономики и сервиса.

Владивосток. Россия

Выбор оптимального портфеля проектов строительной компании с учётом запросов стейкхолдеров в нечётко-множественной постановке*

Рассматривается задача формирования оптимального портфеля инвестиционных проектов строительной компании-девелопера на основе функции полезности, учитывающей запросы основных стейкхолдеров: персонала компании, собственников и инвесторов; общества; структур и органов государственного управления. Функция полезности наряду с экономическими показателями, ориентированными на удовлетворение запросов собственников, персонала и инвесторов, включает показатели, оценивающие социальную и государственную значимость проектов. Использование стейкхолдерского менеджмента даёт возможность оценивать степени удовлетворения ожиданий заинтересованных сторон, от чего в значительной мере зависят риски инвестирования, их изменение во времени как в среднесрочном, так и в долгосрочном периоде.

Моделирование неопределённости оценивания социальной и государственной значимостей проектов проводится на основе нечётко-множественного подхода, позволяющего преобразовать вербальные экспертные оценки в количественные показатели. Для оценки рисков проекта и портфеля в целом используется сценарный подход, моделирующий неопределённость внешней и внутренней среды. Рассмотрен пример применения предложенного метода к формированию портфеля реальных инвестиционных проектов компании-девелопера, ведущей деятельность на строительном рынке Приморского края. Применение формализованной экономико-математической модели позволяет строительной компании проводить более полную оценку портфеля проектов, что способствует развитию конкурентных преимуществ компании.

Ключевые слова и словосочетания: оптимизация инвестиционного портфеля, стейкхолдерский подход, социальная значимость, нечётко-множественный подход.

¹ Лихошерст Елена Николаевна – аспирантка кафедры математики и моделирования; e-mail: ps_elena@mail.ru.

² Мазелис Лев Соломонович – д-р экон. наук, заведующий кафедрой математики и моделирования; e-mail: lev.mazelis@vvsu.ru.

³ Чен Андрей Яковлевич – канд. экон. наук, доцент кафедры информационных технологий и систем; e-mail: a.chen@inbox.ru.

E.N. Likhosherst

L.S. Mazelis

A.Ya. Chen

Vladivostok State University of Economics and Service.

Vladivostok. Russia

Selection of the optimal portfolio construction company taking into account the requests of stakeholders in the formulation of multi-fuzzy

The problem of optimal portfolio of investment projects of the construction company on the basis of the utility function, taking into account the needs of key stakeholders: the company's staff, owners and investors; society; institutions and governments. The utility function along with economic indicators focused on satisfaction of the owners, staff and investors, includes indicators estimating the importance of social and public projects. Usage Management enables stakeholders to assess the degree of satisfaction of the expectations of stakeholders, from which depend heavily on investment risks, their changes over time in the medium and long term.

Modeling uncertainty assessment of social and public significance of the project is based on the fuzzy-set approach, which allows to convert verbal expert assessment quantitative indicators. To assess the risks of the project and the portfolio as a whole used the scenario approach, modeling uncertainty of the external and internal environment. An example of application of the proposed method to the formation of a portfolio of real investment projects of companies operating in the construction market of Primorsky Krai. The use of formalized economic-mathematical model allows construction companies to carry out a full assessment of the portfolio, which contributes to the development of competitive advantages.

Keywords: optimization of the investment portfolio, method of stakeholders, social significance, fuzzy-set approach.

В условиях экономического кризиса и возрастания степени неопределённости при принятии стратегических решений, а также сверхжёстких ограничениях на финансовые возможности инвестирования новых проектов существенное значение имеет возможность действовать в рамках стейкхолдерского менеджмента как дискретной институциональной альтернативы. Это даёт возможность оценивать степени удовлетворения ожиданий заинтересованных сторон, от чего в значительной мере зависят риски инвестирования, их изменение во времени как в среднесрочном, так и в долгосрочном периоде.

Инвестиционная программа, состоящая из проектов, – это основной инструмент реализации стратегии строительной компании. Эффективное формирование и управление реализацией инвестиционной программы – один из ключевых факторов успешного развития корпорации. Несмотря на множество негативных вещей, экономический кризис предоставляет при продуманной и обоснованной инвестиционной стратегии хорошие возможности выхода из него.

При определении оптимальной инвестиционной программы необходимым является задание функции полезности проектов, которая позволяет сравнивать между собой проекты и программы и, используя определённый принцип доминирования, находить оптимальное решение. Стандартным подходом при выборе функции полезности в задачах инвестирования является ориентация на такие экономические показатели, как дисконтированная чистая приведённая стоимость (NPV), индекс доходности (PI), модифицированная внутренняя норма доходности (MIRR) и др.

В последнее десятилетие актуальным стало понятие устойчивого развития компаний, регионов и стран. В принятой под эгидой Российского союза промышленников и предпринимателей Социальной хартии российского бизнеса наряду с принципами экономической и финансовой устойчивости предприятий провозглашаются приоритеты и принципы, связанные с экологической безопасностью, обеспечением здоровья и безопасности труда работников, признанием трудовых прав работников, включая право на достойное вознаграждение за результаты труда; предотвращением любых форм дискриминации, участием в развитии местного сообщества [7]. В документе общественная миссия коммерческого сектора сформулирована как достижение устойчивого развития самостоятельных и ответственных компаний, которое отвечает долгосрочным экономическим интересам бизнеса, способствует достижению социального мира, безопасности и благополучия граждан, сохранению окружающей среды, соблюдению прав человека.

Любой самостоятельный хозяйствующий субъект как участник рыночных отношений возлагает на себя добровольную ответственность перед различными группами заинтересованных сторон (собственниками, сотрудниками, партнёрами, клиентами, обществом и др.). В Программе развития ООН предложено понятие корпоративной социальной ответственности (КСО): «добровольный вклад бизнеса в развитие общества в социальной, экономической и экологической сферах, связанный напрямую с основной деятельностью компании и выходящий за рамки определённого законом минимума» [1].

Для крупной строительной компании основными стейкхолдерами являются персонал компании, учредители и инвесторы, общество, государство. Каждый из стейкхолдеров имеет свои запросы по отношению к компании. Функция полезности, на основе которой будет проходить выбор проектов и формирование портфеля, должна учитывать запросы всех стейкхолдеров. Однако экономические показатели ориентированы на удовлетворение запросов собственников, персонала и инвесторов. Для удовлетворения запросов общества, государства и определённой части инвесторов необходимо включение в функцию полезности показателей, оценивающих социальную и государственную значимость проектов.

В работе рассматривается формализация методического подхода формирования портфеля инвестиционных проектов строительной компании на основе стейкхолдерской концепции, что позволяет наряду с показателями экономической эффективности учитывать социальную и государственную значимость проектов. Моделирование неопределённости оценивания социальной и государственной значимости проектов проводится на основе нечётко-множественного подхода,

позволяющего преобразовать вербальные экспертные оценки в количественные показатели. Для оценки рисков проекта и портфеля в целом используется сценарный подход, моделирующий неопределённость внешней и внутренней среды.

Для разработки модели формирования портфеля инвестиционных проектов строительной компании-девелопера (далее компания) рассматривается задача оптимизации портфельного инвестирования [2, 4] с учётом рисков и удовлетворения запросов заинтересованных сторон [3–10]:

- персонал компании, собственники и инвесторы;
- общество;
- структуры и органы государственного управления.

Пусть компания-девелопер имеет N строительных проектов $\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_N$. Задача состоит в формировании оптимального портфеля проектов с учетом их рисков, полезности, имеющихся ресурсов и инвестиционных возможностей компании.

Сценарный подход при решении данной задачи позволит предусмотреть изменения внутренней и внешней среды. Рассматриваются L возможных сценариев изменений среды C_1, C_2, \dots, C_L , с вероятностями p_1, p_2, \dots, p_L .

Каждый проект Π_n характеризуется следующими показателями:

- полезность u_n ;
- объемы необходимых для реализации ресурсов $R_n = (R_n^1, R_n^2, \dots, R_n^K)$, где верхний индекс – вид ресурса (трудовой, материальный и т.д.).

Полезность проекта Π_n определяется с помощью функции полезности U .

Полезность для каждого проекта и сценария u_n^l рассчитывается как случайная величина, зависящая от внешних и внутренних факторов, являющихся функциями времени. Мерой риска проектов и портфеля будем считать дисперсии полезностей Du_n^l .

Двоичная переменная x_n характеризует включение проекта в портфель:

- если $x_n = 0$, то проект не включен в портфель;
- если $x_n = 1$, то проект включен в портфель.

В результате модификации предложенной в [5] схемы анализа и построения оптимального портфеля предлагается следующий алгоритм:

1). Определение набора сценариев C_1, C_2, \dots, C_L и оценка вероятности каждого из них p_1, p_2, \dots, p_L , при этом:

$$\sum_{l=1}^L p_l = 1.$$

2). Оценка уровня удовлетворения запросов собственников, инвесторов и персонала. Для этого рассчитывается показатель экономической эффективности проекта, в качестве которого используется чистая приведённая стоимость проекта:

$$NPV_n^l = \sum_{t=1}^{T_n} \frac{CF_{nt}^l}{(1+r)^t} - \sum_{t=1}^{T_{inv}} \frac{I_{inv}}{(1+r)^t}, \quad (1)$$

где n – номер проекта; l – номер сценария; t – номер периода; T_n – срок реализации проекта; T_{inv} – срок вложения инвестиций; r – рыночная процентная ставка, соответствующая сроку проекта T_n ; CF_{nt}^l – чистая прибыль проекта в момент времени t для сценария l .

3). Оценка социальной S_n и государственной G_n значимости проекта Π_n с использованием теории нечетких множеств Л. Заде [11].

Социальная S_n и государственная G_n значимости n -го проекта имеют ряд параметров для их оценки: $s_i, i \in \overline{1; p}$ и $g_j, j \in \overline{1; m}$, соответственно. Набор параметров для всех проектов одинаковый. Значения параметров для каждого проекта определяются на основании экспертных оценок. При этом достаточно сложным является задание этих значений в виде чёткого числа, а эксперту гораздо проще формулировать значения характеристик в виде вербальных оценок, учитывая субъективные представления и ощущения. Одним из способов такого упрощения задачи для экспертов является применение нечетко-множественного подхода. Поэтому в качестве оценок значений параметров социальной и государственной значимостей воспользуемся вербальными оценками, преобразованными в нечеткие трапециевидные числа (рис. 1).

Рассмотрим следующие терм-множества лингвистических переменных s_i и g_j :

$$s_i = \{\text{Очень низкая; Низкая; Средняя; Высокая; Очень высокая}\}$$

$$g_j = \{\text{Очень низкая; Низкая; Средняя; Высокая; Очень высокая}\}$$

Для описания терм-множеств введём систему из пяти соответствующих функций принадлежности трапециевидального вида [6]:

$$\mu_1(x) = (0; 0; 1,5; 2,5), \quad \mu_2(x) = (1,5; 2,5; 3,5; 4,5), \quad \mu_3(x) = (3,5; 4,5; 5,5; 6,5),$$

$$\mu_4(x) = (5,5; 6,5; 7,5; 8,5), \quad \mu_5(x) = (7,5; 8,5; 10; 10).$$

Построенные функции принадлежности приведены на рисунке 1.

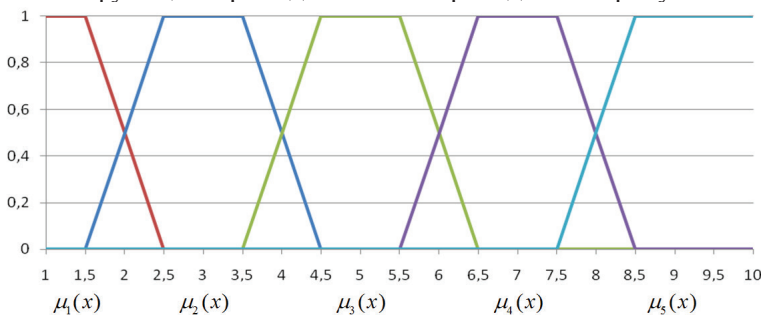


Рис. 1 Система трапециевидных функций принадлежности на носителе $[0;10]$

Социальная S_n и государственная G_n значимости проекта Π_n находятся по формулам:

$$\hat{S}_n = \sum_{i=1}^p w_i \hat{s}_i(\Pi_n), \quad (2)$$

$$\hat{G}_n = \sum_{j=1}^m v_j \hat{g}_j(\Pi_n), \quad (3)$$

где \hat{S}_n, \hat{G}_n – уровни социальной и государственной значимости проекта; w_i, v_j – веса параметров, характеризующих социальную или государственную значимость;

$\hat{s}_i(\Pi_n)$ – значение параметра s_i для проекта Π_n ; $\hat{g}_j(\Pi_n)$ – значение параметра g_j для проекта Π_n .

Для определения весов параметров проводится их ранжирование с точки зрения значимости для портфеля. Рассчитываются веса параметров показателей социальной и государственной значимости по формуле Фишберна:

$$w_i = \frac{2(p - i + 1)}{p(p + 1)}, \quad (4)$$

$$v_j = \frac{2(m - j + 1)}{m(m + 1)}, \quad (5)$$

где i, j – номера параметров; p, m – количество параметров социальной и государственной значимостей.

4). Определение полезности проектов по каждому сценарию согласно формуле:

$$\hat{u}_n^l = u(\Pi_n, C_l) = NPV_n^l \sqrt{\hat{S}_n} \sqrt{\hat{G}_n}. \quad (6)$$

Степенная зависимость по переменным социальная и государственная значимости моделирует эффект насыщения полезности по этим переменным.

Дефаззификация нечеткого числа \hat{u}_n^l в четкое число $u_n^l = u$ производится по методу медианы, т.е. u находится из соотношения:

$$\int_{\underline{u}}^u \mu_{\hat{u}_n^l}(u) du = \int_u^{\bar{u}} \mu_{\hat{u}_n^l}(u) du. \quad (7)$$

5). Расчет математического ожидания полезности проекта Π_n :

$$m_n = E(u_n^l) = \sum_{l=1}^L u_n^l p_l, \quad (8)$$

и элементов ковариационной матрицы удельных полезностей проектов i и j :

$$v_{ij} = \sum_{l=1}^L (u_i^l - m_i) \cdot (u_j^l - m_j) \cdot p_l. \quad (9)$$

6). Задание ограничений по ресурсам:

$$R_n = (R_n^1, R_n^2, \dots, R_n^K),$$

где R_n^k - необходимый объем ресурса типа k .

7). Расчет полезности портфеля:

$$m_{port} = \sum_{i=1}^N x_i m_i . \quad (10)$$

8). Определение риска портфеля по формуле:

$$\sigma_{port}^2 = \sum_{i,j=1}^N x_i x_j v_{ij} . \quad (11)$$

9). Портфель инвестиционно-строительных проектов формируется по критерию максимума ожидаемой полезности при ограничениях на величину риска портфеля и объем ресурсов, необходимых для его реализации:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^N x_i m_i \rightarrow \max; \\ \sum_{i,j=1}^N x_i x_j v_{ij} \leq \sigma_0^2; \\ \sum_{i=1}^N x_i R_i^k \leq R_0^k; k = 1, 2, \dots, K. \end{array} \right. \quad (12)$$

Данная задача формирования оптимального инвестиционного портфеля строительных проектов является задачей булева квадратичного программирования, для решения которой применяются типовые пакеты программ численной оптимизации.

Описанная выше нечетко-множественная модель формирования портфеля строительных проектов может быть применена в реальных условиях. Рассмотрим пример формирования реальных проектов строительной компании-девелопера, ведущей деятельность на рынке Приморского края.

Компания-девелопер имеет четыре проекта к реализации.

Первый проект компании Π_1 – строительство жилого квартала из двадцати домов с инфраструктурой и дорожными развязками. Данный проект может быть включен в государственную программу по обеспечению жильем населения города, так как большинство домов будут иметь социальный статус. В связи с предусмотренным в проекте устройством инфраструктуры и дорожных развязок, проект положительно повлияет на социальный уровень развития района.

Второй проект Π_2 – строительство завода железобетонных конструкций. Данный завод планируется расположить за чертой города, к нему будет подведена железнодорожная ветка и автомобильная дорога. Для полноценной работы завода планируется привлечение около двухсот работников различного профиля.

Третий проект Π_3 – строительство автомагистральной развязки в пределах города. Данный проект является государственный заказом.

Четвертый проект Π_4 – строительство нескольких домов точечной застройки. Проект характеризуется тем, что компания может реализовывать отдельные этапы проекта в произвольной последовательности, также нет необходимости в строительстве инфраструктуры и дорожных развязок, что повышает рентабельность строительства.

Ввиду наличия ограничений по ресурсам, инвестиционным возможностям, а также уровню ожидаемого риска для компании не все проекты будут включены в портфель и реализованы. Необходимо определить оптимальный состав портфеля.

Формирование оптимального портфеля проектов проводится по описанному выше алгоритму.

1). Рассматриваются три сценария развития среды:

а) оптимистичный $C_1, p_1 = 0,1$;

б) наиболее вероятный $C_2, p_2 = 0,6$;

в) пессимистичный $C_3, p_3 = 0,3$.

Сценарий развития среды влияет на финансовые показатели реализации проекта, следовательно, NPV проекта будет меняться в зависимости от сценария. На уровень социальной и государственной значимостей проектов сценарий развития среды не влияет ввиду того, что для заинтересованных сторон – общество, государственные структуры и органы управления – важен только сам результат реализации проекта, а не процесс его реализации.

2). Для оценки уровня удовлетворения запросов собственников, инвесторов и персонала компании для каждого проекта с учетом сценария рассчитывается NPV по формуле (1). В таблице 1 представлены результаты расчетов.

Таблица 1

NPV проектов для каждого сценария

Проект	Сценарий		
	C_1	C_2	C_3
	Значения NPV для сценария, млрд. руб.		
P_1	0,901	1,172	1,261
P_2	0,307	0,487	0,506
P_3	0,170	0,250	0,305
P_4	0,601	1,588	1,791

3) Для расчета социальной и государственной значимостей проектов выделены основные параметры данных показателей и после экспертного ранжирования рассчитаны веса параметров по формулам (4), (5) соответственно. Вес параметра зависит от его важности для оцениваемого параметра. Параметры социальной значимости S_i и государственной значимости G_j , их веса приведены в таблицах 2, 3.

Стоит отметить, что для каждой конкретной компании ввиду ее специфики наборы параметров социальной и государственной значимостей могут отличаться.

Таблица 2

Параметры социальной значимости

Название параметра	Обозначение	Вес параметра, %
Уровень обеспеченности населения жильем в городе	S_1	0,25
Уровень занятости населения	S_2	0,21
Обеспеченность населения средствами коммуникаций	S_3	0,18
Состояние дорожной инфраструктуры	S_4	0,14
Обеспеченность населения медицинской помощью	S_5	0,09
Масса вредных веществ, выброшенных в атмосферу	S_6	0,09
Индекс физического объема товарооборота	S_7	0,04

Таблица 3

Параметры государственной значимости

Название параметра	Обозначение	Вес параметра, %
Участие в государственной программе	G_1	0,33
Выполнение государственного заказа	G_2	0,26
Улучшение инфраструктуры города	G_3	0,20
Влияние государственных структур	G_4	0,13
Архитектурная ценность	G_5	0,08

Далее рассчитываются значения параметров социальной и государственной значимостей для каждого проекта. В таблице 4 для проекта Π_1 приведены вербальные оценки параметров $s_i(\Pi_1)$, $g_j(\Pi_1)$, нечеткие значения параметров $\hat{s}_i(\Pi_1)$ и их веса.

Таблица 4

Значения параметров социальной и государственной значимости проекта Π_1

Обозначение параметра	Вербальная оценка	Нечеткое значение, баллы	Вес параметра, %
S_1	Очень высокая	(7,5; 8,5; 1; 1)	0,25
S_2	Средняя	(3,5; 4,5; 5,5;6,5)	0,21
S_3	Высокая	(5,5; 6,5; 7,5;8,5)	0,18
S_4	Средняя	(3,5; 4,5; 5,5;6,5)	0,14
S_5	Средняя	(3,5; 4,5; 5,5;6,5)	0,09

S_6	Низкая	(1,5; 2,5; 3,5; 4,5)	0,09
S_7	Средняя	(3,5; 4,5; 5,5;6,5)	0,04
G_1	Высокая	(5,5; 6,5; 7,5;8,5)	0,33
G_2	Очень высокая	(0; 0; 1,5; 2,5)	0,26
G_3	Высокая	(5,5; 6,5; 7,5;8,5)	0,20
G_4	Средняя	(3,5; 4,5; 5,5;6,5)	0,13
G_5	Высокая	(5,5; 6,5; 7,5;8,5)	0,08

Итоговые нечеткие значения уровня социальной \hat{S}_1 и государственной \hat{G}_1 значимостей проекта Π_1 находятся по формулам (2), (3) соответственно:

$$\hat{S}_1 = (4,68; 5,68; 6,81; 7,56), \hat{G}_1 = (3,51; 4,55; 5,68; 6,68).$$

В таблице 5 приведены вербальные оценки параметров для проекта Π_2 .

Таблица 5

Значения параметров социальной и государственной значимости проекта Π_2

Обозначение параметра	Вербальная оценка	Нечеткое значение, баллы	Вес параметра, %
S_1	Очень низкая	(0; 0; 1,5; 2,5)	0,25
S_2	Очень высокая	(7,5; 8,5; 1; 1)	0,21
S_3	Низкая	(1,5; 2,5; 3,5; 4,5)	0,18
S_4	Средняя	(3,5; 4,5; 5,5;6,5)	0,14
S_5	Очень низкая	(0; 0; 1,5; 2,5)	0,09
S_6	Очень низкая	(0; 0; 1,5; 2,5)	0,09
S_7	Очень высокая	(5,5; 6,5; 7,5;8,5)	0,04
G_1	Низкая	(1,5; 2,5; 3,5; 4,5)	0,33
G_2	Очень высокая	(7,5; 8,5; 1; 1)	0,26
G_3	Очень низкая	(0; 0; 1,5; 2,5)	0,20
G_4	Высокая	(3,5; 4,5; 5,5;6,5)	0,13
G_5	Средняя	(5,5; 6,5; 7,5;8,5)	0,08

Итоговые нечеткие значения уровня социальной \hat{S}_2 и государственной \hat{G}_2 значимостей проекта Π_2 :

$$\hat{S}_2 = (2,64; 3,21; 4,55; 5,30), \hat{G}_2 = (3,44; 4,24; 5,47; 6,21).$$

Значения параметров социальной и государственной значимостей для проектов Π_3 и Π_4 вычисляются аналогично. Нечеткие значения уровня социальной \hat{S} и государственной \hat{G} значимостей проектов Π_3 и Π_4 соответственно равны:

$$\hat{S}_3 = (2,33; 3,08; 4,27; 5,13), \hat{G}_3 = (5,36; 6,36; 7,66; 8,07).$$

$$\hat{S}_4 = (3,51; 4,37; 5,44; 6,44), \hat{G}_4 = (1,11; 1,85; 2,98; 3,98).$$

4) Определение полезностей каждого проекта с учетом сценария осуществляется по формуле (6). Ниже приведен пример расчета полезности для проекта Π_1 с учетом сценария C_1 :

$$\hat{u}_1^1 = \hat{u}(\Pi_1, C_1) = NPV_{11} \sqrt{\hat{S}_1} \sqrt{\hat{G}_1} = 0,901 \cdot \sqrt{(4,68; 5,68; 6,81; 7,56)} \sqrt{(3,81; 4,55; 5,68; 6,68)} = (3,803; 5,578; 5,500; 6,398).$$

В таблице 6 приведены результаты расчета нечетких значений полезности проектов для каждого сценария.

Таблица 6

Нечеткие значения полезности проектов

Проект	Сценарий		
	C_1	C_2	C_3
	Полезность проекта с учетом сценария, млрд. руб.		
Π_1	(3,803; 4,578; 5,599; 6,398)	(4,948; 5,956; 7,284; 8,324)	(5,324; 6,410; 7,839; 8,957)
Π_2	(0,923; 1,130; 1,539; 1,758)	(1,467; 1,797; 2,430; 2,795)	(1,525; 1,867; 1,525; 1,904)
Π_3	(0,602; 0,754; 0,974; 1,096)	(0,884; 1,108; 1,432; 1,611)	(1,075; 1,347; 1,741; 1,959)
Π_4	(1,185; 1,708; 2,418; 3,040)	(3,134; 4,514; 6,392; 8,038)	(3,535; 5,092; 7,210; 9,066)

Перевод найденных нечетких значений полезностей в четкие числа осуществляется по формуле (7). Результаты дефаззификации полезностей проектов представлены в таблице 7.

Таблица 7

Значения полезности проектов с учетом сценариев

Проект	Сценарий		
	C_1	C_2	C_3
	Полезность проекта с учетом сценария		
Π_1	5,094	6,628	7,133
Π_2	1,335	2,122	2,205
Π_3	0,857	1,259	1,531
Π_4	2,088	5,519	6,225

5). Рассчитываем математические ожидания проектов по формуле (8) и ковариационную матрицу по формуле (9):

$$m_1 = 6,53, \quad m_2 = 2,05, \quad m_3 = 1,25, \quad m_4 = 5,25.$$

Значения ковариационной матрицы приведены в таблице 8.

Таблица 8

Элементы ковариационной матрицы

Проект	Проект			
	C_1	C_2	C_3	C_4
	Значения ковариационной матрицы			
Π_1	0,25	0,12	0,07	0,53
Π_2	0,12	0,06	0,03	0,26
Π_3	0,07	0,03	0,02	0,15
Π_4	0,53	0,26	0,15	1,15

6). Задание ограничений по ресурсам. Для упрощения примера ограничение по ресурсам будет задано только для финансового вида ресурсов. Объем необходимых ресурсов для реализации проектов:

$$R_1 = 2,339 \text{ млрд. руб.}, \quad R_2 = 0,293 \text{ млрд. руб.}, \quad R_3 = 0,152 \text{ млрд. руб.}, \\ R_4 = 2,543 \text{ млрд. руб.}$$

Ограничение по финансовым ресурсам компании для реализации портфеля проектов R_0 составляет 2,7 млрд. руб.

7). Расчет полезности портфеля выполняется по формуле (10).

8). Расчет риска портфеля выполняется по формуле (11). Компания определила максимальный возможный уровень риска 0,95. Данное значение уровня риска является ограничением модели поиска оптимального портфеля проектов для задачи максимизации полезности портфеля проектов;

9). Для компании, стремящейся к максимизации полезности, с учетом определенного уровня риска и заданных ресурсных ограничений модель, согласно формуле (12), примет вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^4 x_i m_i \rightarrow \max; \\ \sum_{i,j=1}^4 x_i x_j v_{ij} \leq 0,95; \\ \sum_{i=1}^4 x_i R_i \leq 2,7 \text{ млрд. руб.} \end{array} \right.$$

Для определения состава портфеля используется инструмент «Поиск решения» пакета надстроек MS Excel. В результате вычислений, согласно данной модели, получено следующее:

– проекты к реализации P_1, P_3 ;

– полезность портфеля проектов $m_{port} = 7,38$, при этом полезность портфеля проектов с учетом только финансовых показателей составит $m_{port}(NPV) = 1,33$;

– объем необходимых ресурсов для портфеля проектов $R_{port} = 2,49$ млрд. руб.

При решении стандартной задачи оптимизации портфеля проектов с учетом лишь финансового показателя проектов NPV_n^l , результат вычислений для рассмотренного выше примера следующий:

– проекты к реализации P_1, P_2 ;

– полезность портфеля проектов $m_{port}(NPV) = 1,53$;

– объем необходимых ресурсов для портфеля проектов $R_{port} = 2,63$ млрд. руб.

Таким образом, полученный портфель проектов с использованием разработанной модели отличается от набора проектов к реализации, полученного при решении стандартной задачи по оптимизации портфеля проектов с использованием финансовых показателей. Благодаря тому, что в модели учитываются нефинансовые показатели социальной значимости и государственной важности проекта, а также заданы ограничения на ожидаемый уровень риска и имеющийся у компании объем ресурсов получен портфель проектов, учитывающий запросы всех заинтересованных сторон.

Использование в предложенном методе построения оптимального портфеля нечётко множественного подхода позволяет осуществить моделирование неопределённости в оценивании социальной и государственной значимостей проектов. В модели вербальные экспертные оценки преобразуются в нечёткие числа, а функция полезности для каждого проекта и портфеля в целом представляет собой нечёткое число. После дефаззификации задача сводится к задаче квадратичного программирования, решение которой находится численными методами.

-
1. Корпоративная социальная ответственность [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://un.by/ru/undp/gcompact/res>
 2. Мазелис, Л.С. Анализ финансовых рисков хозяйствующих субъектов с учетом реакции рынка / Л.С. Мазелис, С. Белов // Управление риском. – 2007. – № 1. – С. 20–25.
 3. Мазелис, Л.С. Методы и модели стратегического управления: курс лекций. / Л.С. Мазелис, М.С. Рахманова, К.С. Солодухин Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2012. – С. 188.
 4. Мазелис, Л.С. Многопериодные модели оптимизации портфеля проектов университета с учетом рисков и корпоративной социальной ответственности / Л.С. Мазелис, К.С. Солодухин // Университетское управление: практика и анализ. – 2014. – № 6 (94). – С. 49–56.

5. Мазелис, Л.С. Модели оптимизации инвестиционных программ корпорации с учетом рисков и корпоративной социальной ответственности / Л.С. Мазелис, Т.В. Терентьева // Сегодня и завтра Российской экономики. – 2009. – № 30. – С. 40–44.
6. Недосекин, А.О. Методологические основы моделирования финансовой деятельности с использованием нечетко-множественных описаний: дисс. на соискание д-ра экон. наук: 08.00.13 / Недосекин Алексей Олегович. – СПб., 2003. – 280 с.
7. О порядке присоединения к Социальной хартии российского бизнеса и участии в реализации её принципов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.csr-rspp.ru/social/02.html>
8. Шарп, У. Инвестиции. / У. Шарп, Г. Александер, Дж. Бейли – М.: ИНФРА-М, 2006. – XII. – С. 1028.
9. Markowitz, H.M. Portfolio Selection // *Journal of Finance*. – 1952. – № 1 – Vol. 7 – P. 77–91.
10. Mazelis, L.S. Multi-Period Models for Optimizing an Institution's Project Portfolio Inclusive of Risks and Corporate Social Responsibility / L.S. Mazelis, K.S. Solodukhin // *Middle East Journal of Scientific Research*. – 2013. – Vol. 17. – № 10. – P. 1457–1461.
11. Zadeh, L.A. Fuzzy Sets as a Basis for a Theory of Possibility // *Fuzzy Sets and Systems*. – 1978. – Vol. 1. – № 1.

© Лихошерст Е.Н., 2015

© Мазелис Л.С., 2015

© Чен А.Я., 2015

Для цитирования: Лихошерст, Е.Н. Выбор оптимального портфеля проектов строительной компании с учётом запросов стейкхолдеров в нечётко-множественной постановке / Е.Н. Лихошерст, Л.С. Мазелис, А.Я. Чен // «Территория новых возможностей. Вестник Владивостокского государственного университета экономики и сервиса». – 2015; №4. – С. 27–40.

For citation: Likhosherst, E.N. Selection of the optimal portfolio construction company taking into account the requests of stakeholders in the formulation of multi-fuzzy / E.N. Likhosherst, L.S. Mazelis, A.Ya. Chen // *The Territory Of New Opportunities. The Herald of Vladivostok State University of Economics and Service*. – 2015; №4. – P. 27–40.

* Исследование выполнено при финансовой поддержке РГНФ в рамках научного проекта № 15-32-01027.